

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 56-120174

(43)Date of publication of application : 21.09.1981

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

H01L 21/28

(21)Application number : 55-023386

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 28.02.1980

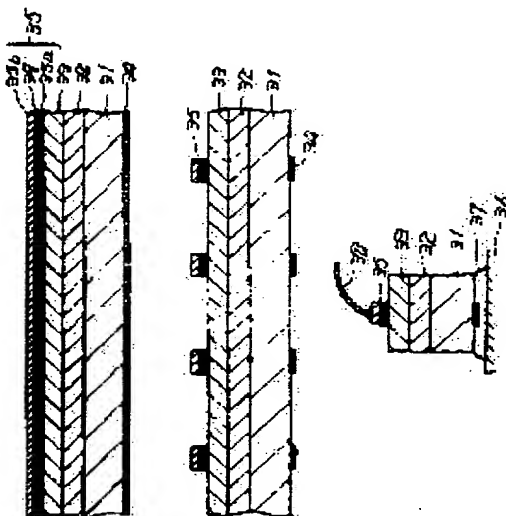
(72)Inventor : YASUDA NOBURO
YAMASHITA MASATO
OANA YASUHISA
OZAWA NORIO

(54) SEMICONDUCTOR LUMINOUS ELEMENT OF 3-5 GROUP COMPOUND AND ITS PREPARING METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a luminous efficiency close to the theoretical value by preparing an electrode of P layer of III-V group compound as a three layer structure and settings a Ta layer including N in the intermediate layer therein.

CONSTITUTION: An N type GaP 32 and a P type Gap 33 containing Zn and O are layered on an N type GaP substrate 31. An Au-Ge alloy electrode 34 is attached to the substrate 31. Then, an Au-Zn alloy 35a containing 1wt% of Zn, and Ta 39, Au 35b containing N are piled up on said P layer 33. Particularly, in case of forming a layer 39, a Ta is attached by vapor deposition at approximately 10^{-4} ~ 10^{-6} Torr by introducing N after evacuation. After ohm contact with heat treatment, if the etching is performed selectively, the exfoliation of the layer 39 and 35 do not occur. After chippings, the side surface of the P-N junction is made coarse to increase the luminous efficiency and adhered to a header 36 with a conductive pastes 37 to connect a wire 38. Since the layer 39 disturbs the migration of Zn, Ga and P at heat treatment, a complex oxide film does not occur on the Au layer 35b, but a good junction is obtained. Further, since the deterioration of the crystallivity on GaP surface can be prevented, the luminous efficiency close to the theoretical value is obtained and the yield is also increased.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭56—120174

⑪ Int. Cl.³
H 01 L 33/00
21/28

識別記号

庁内整理番号
7739—5F
7638—5F

⑬ 公開 昭和56年(1981)9月21日

発明の数 2
審査請求 有

(全 6 頁)

⑭ III—V族化合物半導体発光素子およびその製造方法

⑮ 特 願 昭55—23386

⑯ 出 願 昭55(1980)2月28日

⑰ 発 明 者 安田修朗

川崎市幸区小向東芝町1東京芝
浦電気株式会社総合研究所内

⑱ 発 明 者 山下正人

川崎市幸区小向東芝町1東京芝

浦電気株式会社総合研究所内

⑲ 発 明 者 小穴保久

川崎市幸区小向東芝町1東京芝

浦電気株式会社総合研究所内

⑳ 発 明 者 小沢則雄

川崎市幸区小向東芝町1東京芝

浦電気株式会社総合研究所内

㉑ 出 願 人 東京芝浦電気株式会社

川崎市幸区堀川町72番地

㉒ 代 理 人 弁理士 則近憲佑 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

III—V族化合物半導体発光素子
およびその製造方法

2. 特許請求の範囲

(1). p—n接合を有する III—V族化合物半導体発光素子において、前記 p—n接合を構成する p型層の電極を、金を主成分とするベリリウム又は亜鉛の合金層、窒素を含むタンタル層、金又はアルミニウムからなる金属層を順次積層して構成したことを特徴とする III—V族化合物半導体発光素子。

(2). n型 III—V族化合物半導体基体上に p型 III—V族化合物半導体層を形成して p—n接合を構成する工程と、該 p型 III—V族化合物半導体層上に金を主成分とするベリリウム又は亜鉛の合金層を蒸着により形成する工程と、該合金層上に真空度 10^{-4} — 10^{-5} Torr 台で窒素を含むタンタル層を蒸着により形成する工程と、該窒素を含むタンタル層上に金属又はアルミニウム層を蒸着により形成する工程とを具備してなることを特徴とする III—V族化合物半導

体発光素子の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

本発明は III—V族化合物半導体発光素子及びその製造方法に係り、特に電極の構成を改良した III—V族化合物半導体発光素子及びその製造方法に関する。

化合物半導体の代表的なリン化ガリウム (GaP) は、発光素子 (発光ダイオード) として多く使用されている。そしてこの GaP 発光ダイオードは、赤色～緑色発光まで不純物の添加によって自由に得られるため注目されている。例えばこの構成は第1図に示すようになっている。即ち n型 GaP 基板 10 上に p型 GaP 層 12 を設けて p—n 接合 13 を構成したペレットの両面に電極 (11a) (12a) を設け、n型 GaP 基板 10 側を下にして導電性ペースト 14 を介してヘッダ 14 にマウントしたものである。なおヘッダ 14 には電極取り出し用端子 (11c) (12c) が取り出されており、p型 GaP 層の電極 (12a) からリード線 (12b) により端子 (12c) に取り付けられている。当然乍ら n型 GaP 基板の電極 (11a) と端子

(12c)は電氣的に接続されている。またヘッダ14の上部はエポキシ樹脂18でおおわれている。

ところで第1図の構成でp型GaP層への電極(12a)にとって①p型GaP層とオーミック接触し、その接触抵抗は小さい程よい。②リード線(12b)が容易にボンディング出来る。③発光効率を減少させてはならない。④発光効率を向上させるp-n接合13面の処理工程の強酸エッチング液に耐えねばならない。⑤電極の微細加工エッチングが可能等の性能が要求される。

これらすべての条件を満足する電極は見出されておらず、上記の内1つか2つの条件に不満足乍ら製作しているのが実状である。即ち、①を満足する電極としてAuを主体とした1~2wt%のBe又はZnの合金層を設け、この上にAu層を設けた構造が知られている。しかしこのような電極では、④は満足するが②、③を満足せず、⑤は条件により可能である。この理由を説明するために、第2図(a)~(e)を参照して説明する。

まず、n型GaP基板10にn型GaP層12及びp型

図(d)のような発光素子ペレットが出来上る。この後は前述の如くTOヘッダ14に導電性ペースト16で、n型GaP基板側の電極12aを接着固定し、p型GaP層側電極12bには金線ワイヤー18をボンディングする(第2図(e))。

以上が通常のプロセスであるが、この場合次のような欠点が発生する。即ち、Au-Be又はAu-Zn合金層(25a)が加熱処理によりオーミック接触になるが、逆に加熱処理によりAu層(25b)表面上にGa及びPイオン(特にGaイオン)がAu-Be又はAu-Zn合金層(25a)を介して堆積し、またAu-Be又はAu-Zn合金のBe又はZn元素も堆積し、さらにその堆積したイオン或いは元素等が酸化して複雑な酸化膜例えばGa-P-Be-O又はGa-P-Zn-Oというような酸化膜が形成される。この結果、ボンディングの付き具合が極めて悪くなる。まったくボンディング不能というペレットも発生する時もあるが、通常は1回のボンディングでは成功せず4~5回位ボンディング操作を行なって初めてボンディング出来る様になる。例え

GaP層12を形成し、前記n型GaP基板10面にAu-Si又はAu-Ge合金層からなる電極20を、p型GaP層12上に上述のAu-Be又はAu-Zn合金層(25a)及びAu層(25b)からなる電極20を夫々の真空蒸着法により形成する(第2図(a))。次にホトレジスト(図示せず)を使用して、両面電極20a,bをケミカルエッチングにより微細加工する。そして、ホトレジストを除去し、不活性ガス雰囲気中で、500°Cで10分間位加熱する。このような処理をすると、各々の電極20a,bがp型GaP層12及びn型GaPウェハー10とオーミック接触をなす(第2図(b))。次いで所定寸法にダイシングスライビング法等で加工分離する(第2図(c))。この時機械加工のため発光部となるp-n接合側面が破碎され、発光効率が劣化する。これを回復させるに、その破碎層をエッチングで除去しなければならない。又、そのエッチングも、電極以外に露出したGaP面全面が平滑ではなく凹凸のついた粗面に仕上るのが望ましい。この両者を満足するエッチング液は塩酸及び硝酸の加熱液である。この処理により第2

ば表面に生じた酸化膜をエッチングしてその後にはボンディングすることも考えられるが、表面に生じた酸化膜が複雑な酸化膜である為エッチングが難しい。それに加えて上述した如くGa元素がAu層(25b)へ拡散するため(Gaの拡散係数が大きい為)、電極面上に多く堆積する。これに伴ってGaP結晶自体のGaの減少がはげしく結晶性が損われ、発光効率が理論値より低下してしまふ。

なおAuを主体とする合金膜は、フロスト効果をもたせるために用いる強酸に対し耐えるものである。

そこで本発明は上述した問題に鑑み、特にp型層の電極構造を改良したIII-V族化合物半導体発光素子及びその製造方法を提供するものである。

即ち本発明はp型III-V族化合物半導体層の電極を三層構造とし、その中間層に窒素を含むタンタル層を設ける点を特徴とする。

以下本発明の一実施例を第3図(a)~(f)を参照して説明する。この第3図(a)~(f)はIII-V族化合物半導体としてGaP結晶を用いた例で、製造方法の一

例である。まず従来と同様に n 型 GaP 基板 33 上に n 型 GaP 層 34 及び亜鉛 (Zn) と酸素 (O) を含む p 型 GaP 層 35 を例えば液相エピタキシャル成長法により形成する。この形成した n 型 GaP 層 34 のドナー濃度 (ND) は $2 \sim 10 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ 程度、p 型 GaP 層 35 のアクセプタ濃度 (NA) は $1 \sim 5 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ 程度である。この後 n 型 GaP 基板 33 側に例えば Au - Ge 合金層からなる電極 36 を蒸着により形成する (第 3 図(a))。次に p 型 GaP 層 35 上に厚さ $0.05 \sim 0.1 \mu\text{m}$ 位の Zn が 1 重量 % 含む Au - Zn 合金層 (35a)、厚さ $0.2 \sim 0.4 \mu\text{m}$ 位の窒素 (N) を含む Ta 層 37 及び厚さ $0.2 \sim 1 \mu\text{m}$ 位の Au 層 (35b) からなる電極 38 を形成する。ここで本発明で特徴とする窒素を含む Ta 層 37 の形成は、真空蒸着で行う訳であるが、具体的に説明すると、まず Au - Zn 合金層 (35a) を蒸着した状態のウェハを真鍮接室内に入れ、真空度 $10^{-7} \sim 10^{-8}$ Torr 位になる迄排気し、この後アンモニア或いは窒素 (N_2) ガスを真空度 $10^{-8} \sim 10^{-9}$ Torr になる迄入れ、この状態で Ta を蒸着せしめて N を含む Ta 層を形成する。なお Au - Zn 合金層 (35a) 及び Au 層

(35b) の形成は、通常の真空蒸着 (真空度 $10^{-8} \sim 10^{-9}$ Torr) で行う。この後夫々の電極 36 38 が n 型 GaP 基板 33 及び p 型 GaP 層 35 とオーミック接触をなすように例えば 500°C の温度で 10 分間位熱処理を行う (第 3 図(b))。次に Au 層 (35b)、C を含む Ta 層 37 及び Au - Zn 合金層 (35a) を順次選択エッチングし、第 3 図(c)の如くする。このように選択エッチングする際、Au 層 (35b) のエッチングは例えばソジスト (図示せず) を選択的に形成し、これをマスクとしてヨウ素 (I_2) とヨウ化カリウム (KI) の混合液で行い、N を含む Ta 層 37 のエッチングは上記 Au 層 (35b) をマスクとしてアルカリ性の例えばカセイソーダ (NaOH) とカセイカリウム (KOH) が 9 : 1 の混合液で行い、また Au - Zn 合金層 (35a) のエッチングは上記 N を含む Ta 層 37 をマスクとして上記 Au 層のエッチング液と同じエッチング液で行う。またこのエッチング工程は熱処理工程後に行う為、エッチング工程時に N を含む Ta 層 37 と Au - Zn 合金層 (35a) とが剥離するという問題がなくなる。この後の工程は従来の工図と同様で、

第 3 図(c)のようなウェハを所定の寸法にダイシングスクライビング法等で加工分離する (第 3 図(d))。この時機械加工の為発光部となる p-n 接合側面が破砕され、発光効率が劣化する。そこで従来と同様に p-n 接合側面を、塩酸の混合の加熱液でエッチングし、第 3 図(e)の如く凹凸のついた粗面にする。このように p-n 接合側面を粗面すれば、p-n 接合面で発光した光が放出され易くなり、必然的に発光効率が向上するようになる。この後、TO ヘッダー 39 に導電ペースト 40 で n 型 GaP 基板側の電極 36 を接合固定し、金線ワイヤー 41 を p 型 GaP 層側の電極 38 にボンディングし、第 3 図(f)のような GaP 赤色発光素子が得られる。

以上説明した実施例の方法によれば、p 型 GaP 層側電極 38 への金線ワイヤー 41 のボンディングが容易になると共に発光効率も理論値に近い値のものが得られる。これは p 型 GaP 層側の電極 38 を三層構造にし、その中間層に N を含む Ta 層 37 を設けている為である。

即ち N を含む Ta 層 37 はオーミック接触を得る為

の熱処理時等において、Zn, Ga, P 等のイオン (或いは元素) の移動を阻止する為、Au 層 (35b) 表面にこれらのイオンが堆積したりするのを防止する。したがって Au 層 (35b) 表面において複雑な酸化膜等ができておらず、この Au 層 (35b) 上に Au 線ワイヤー 41 を容易にボンディング可能となる。なお N を含む Ta 層 37 は、Ta 単体の層より熱処理時における Zn, Ga, P 等のイオンの移動を阻止する効果が大きいので、上記した作用効果がさらに顕著に現われる。この理由として、Ta に N を含ませると、Ta 単体の層より緻密な層となり、微細なイオン (或いは元素) が Au 層表面に達することがなくなる為と思われる。実際に Au 層 (35b) をイオンマイクロアナライザー (IMA) により分析して見ると Zn, Ga, P 等がほとんどなかった。また Ta に N を含ませた層を同様に IMA により分析し、N の量或いは TaN_x ($0 < x < \frac{1}{2}$) の量を相対的に測定しようと試みたが、Zn, Ga, P 等のイオン等も複雑に入り込み、測定不可能であった。ただし Ta に含む N の量が多くなるに連れ、ボンディング性も向上すること

も事実であった。

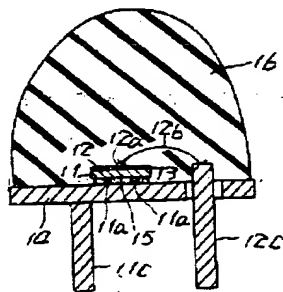
さらにNを含むTa層10は上述した如くGa或いはP(特にGa)のイオンの移動を阻止する為、p型GaP層表面においてGaの欠乏即ち結晶性の悪化が生じたりすることが少なく、結果的に理論値に近い発光効率を得られるようになる。同時に例えばオーミック接触を得る場合の熱処理の温度がロット毎に多少変化しても、ロット毎の発光素子ベレットの発光効率のバラツキが少なくなり、結果的に歩留りも向上することになる。

なお上記実施例ではGaP発光素子について説明したが、本発明はこのGaP発光素子に限ることなく、例えばGaAs発光素子等のIII-V族化合物半導体発光素子に適用されることは言うまでもない。

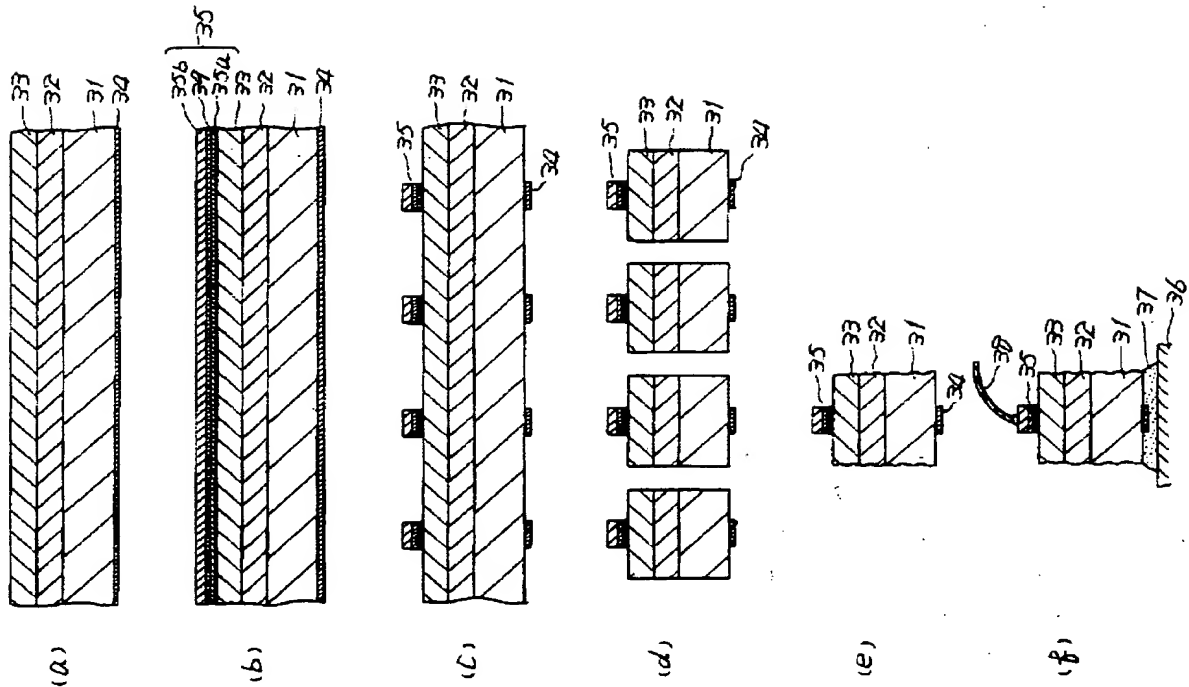
4. 図面の簡単な説明

第1図は一般に用いられているGaP発光ダイオードの構成断面図、第2図(a)~(e)は従来のGaP発光素子の製造プロセスを示す工程断面図、第3図(a)~(f)は本発明一実施例のGaP発光素子の製造プロセスを示す工程断面図である。

第 1 図



第3図



手続補正書 (自発)

昭和 55. 8. 7 日

特許庁長官 川原 龍雄 殿

1. 事件の表示

昭和55年 特願 第23386号

2. 発明の名称

Ⅱ-V族化合物半導体発光素子およびその製造方法

3. 補正をする者

事件との関係特許出願人

(307) 東京芝浦電気株式会社

4. 代理人

東京都千代田区内幸町1-1-6

東京芝浦電気株式会社東京事務所内

(7317) 弁護士 則 近 藤 佑

5. 補正の対象

(1) 明細書の特許請求の範囲の欄

(2) 明細書の発明の詳細な説明の欄

6. 補正の内容

特許庁

- (1) 明細書の特許請求の範囲を別紙のとおり訂正する。
- (2) 明細書第4頁の第11行目の「オーミック接触なす」を「オーミック接触をなす」と訂正する。
- (3) 同第5頁の第4行目の「ボンディング」を「ボンテイング」と訂正する。
- (4) 同第6頁の第2行目の「ボンディング」を「ボンテイング」と訂正する。
- (5) 同第6頁の第18行目の「第3図(a)~(e)」を「第3図(a)~(f)」と訂正する。
- (6) 同第7頁の第16行目の「異層接合」を「蒸着接合」と訂正する。
- (7) 同第8頁の第5行目の「Cを含む」を「Nを含む」と訂正する。
- (8) 同第10頁の第15行目~第11頁の第1行目の「またTaに……も事実であった。」を「またTaにNを含ませた層を同様にIMAにより分析し、Nの含有量(原子パーセント=at%)を測定して見たところ、比較的少ない量(0.6~1.2at%)であった。」と訂正する。

以上

特許請求の範囲

(1) p-n接合を有するⅢ-V族化合物半導体発光素子において、前記p-n接合を構成するp型層の成膜を、金を主成分とするベリリウム又は亜鉛の合金層、窒素を含むタンタル層、金又はアルミニウムからなる金層を順次積層して構成したことを特徴とするⅢ-V族化合物半導体発光素子。

(2) n型Ⅲ-V族化合物半導体基体上にp型Ⅲ-V族化合物半導体層を形成してp-n接合を構成する工程と、該p型Ⅲ-V族化合物半導体層上に金を主成分とするベリリウム又は亜鉛の合金層を蒸着により形成する工程と、該合金層上に真空度 $10^{-4} \sim 10^{-6}$ Torr 台で窒素を含むタンタル層を蒸着により形成する工程と、該窒素を含むタンタル層上に金層又はアルミニウム層を蒸着により形成する工程とを具備してなることを特徴とするⅢ-V族化合物半導体発光素子の製造方法。

BEST AVAILABLE COPY